

日本社會對於
基改生物技術
始終存在一股反對風氣，
但觀察三得利於日本
順利種植基改花卉
並得到消費者認同，
其成功要素除精準考量
全球運籌之成本效益外，
也避開日本政府
對基改產品的敏感地帶，
並在十多年的上市期間，
充分證明其
基改花卉的安全性，
此模式為爾後基改藍玫瑰
成為日本商業種植
基改植物之首例，
並埋下成功的種子。
而我國基因改造作物發展
以「非食用作物
為主」的政策下，
此個案不失為
國內相關單位
發展基改花卉的重要參考。

全球基因改造 科技發展趨勢 以基改藍玫瑰為例

余祁暉·楊玉婷

基因改造科技(Genetically Modification Technology)係指使用基因工程、基因重組或其他分子生物技術，將遺傳物質轉移（或轉殖）入活細胞或生物體，產生基因改造現象之相關技術。其應用範圍從基本的實驗室研究、農業生產、食品加工，延伸到醫療與工業方面之應用，其中，又以植物領域的應用，發展得最為廣泛。目前全球約一成的農地種植基改作物，依國際農業生物技術應用推廣協會(International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, ISAAA)統計，2009年底基改作物實際種植面積達1.34億公頃，約等於41個台灣，且以每年增加約3~4個台灣大小的速度成長，從基改種子上市以來已成長80倍。2009年基改種子市場規模已達105億美元，約占全球30%的商用種子市場，估計2010年市場規模將超過110億美元。

基改植物的發展目前仍以大宗作物或食用作物為主（附表），但基改觀賞作物因非以食用為主，且生態安全相關技術有所突破，近年來成為各界關注的焦點，其中又以基改藍玫瑰為最熱門議題。

日本三得利公司(Suntory Holdings Limited)利用基因改造技術開發的藍玫瑰，命名為「喝采」(Applause™)，不但成為日本商業種植基改植物之首例，亦被農林水產省選為2009年日本十大農業研究之一。炙手可熱的藍玫瑰，自2009年11月起在日本首都圈、京

附表 完成相關正式安全試驗之基改植物

植物品種	基改品系數	植物品種	基改品系數
玉米	53	南瓜	2
棉花	21	菸草	2
油菜	17	小康草	1
大豆	11	向日葵	1
小麥	7	亞麻	1
番茄	6	哈密瓜	1
稻米	5	扁豆	1
馬鈴薯	4	洋李	1
康乃馨	3	紫花苜蓿	1
甜菜	3	菊苣	1
木瓜	2	玫瑰	1

資料來源：基因改造科技資訊網，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理（資料庫查詢日：2010.11.30）。

阪神、愛知縣內銷售，身價一朵2,000~3,000日圓，為其他玫瑰售價的十倍，開賣首日約十分鐘便銷售一空。

日本社會對於基改生物技術始終存在一股反對風氣，國內基改相關研究甚少形成可產業化的商品成果，日本政府和民間也一直對基改生物的技術和產品可能引起的危害存有疑慮，始終以謹慎的態度進行評估。三得利可於日本順利種植基改花卉並得到消費者認同，其成功模式值得一窺究竟。而在我國基因改造作物發展以「非食用作物為主」的政策下，此個案不失為國內相關單位發展基改花卉的重要參考。

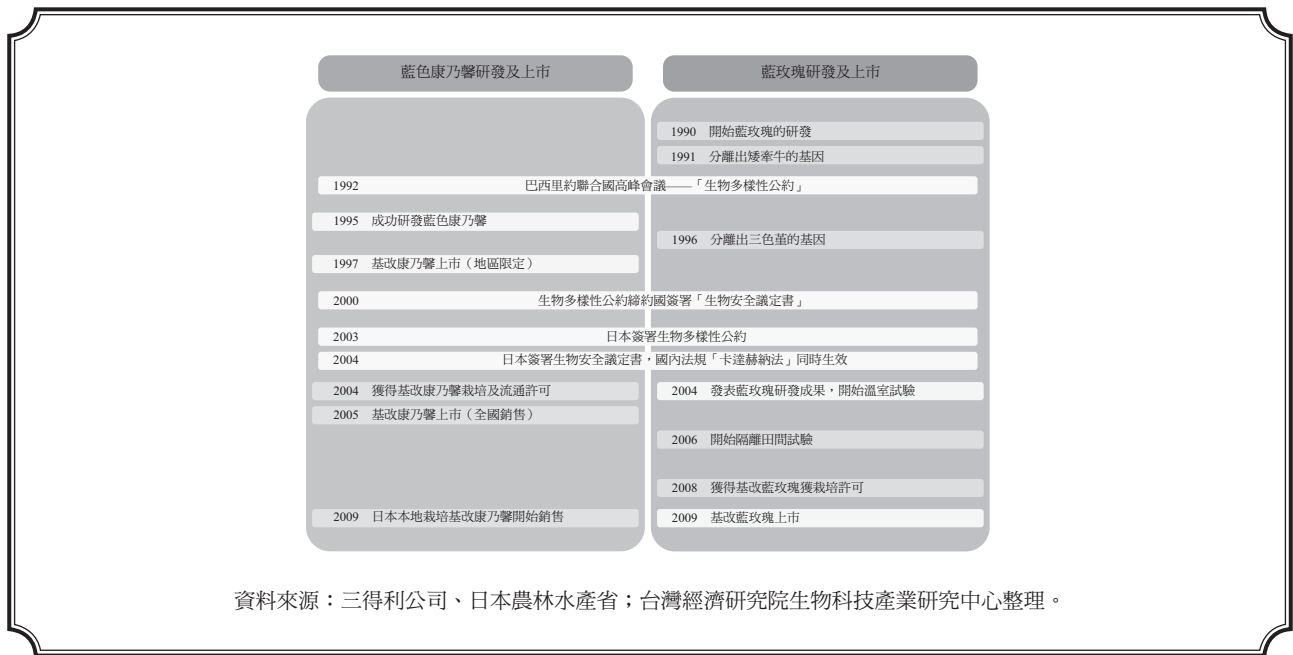
三得利基改花卉研發歷程歷時20年之久，從矮牽牛藍色基因選殖、藍色康乃馨的誕生、其他基因來源花卉的測試、親本品種選定，最後在2008年取得農林水產省及環境省的許可後，得以進行商業栽培及銷售。

三得利之花卉產業布局

三得利公司成立於1899年，以紅酒的釀製起家，後成為酒類及食品的知名企業，長久以來已充分掌握葡萄及麥的品種改良技術，在1980年代，便與京成玫瑰園藝株式會社合作進行矮牽牛的品種改良，而投入花卉事業。在1989年，雙方成功開發出的矮牽牛Surfinia，由於具有不稔性、葉勢整齊、花期長的優點，而成為熱門品種，替三得利公司打下良好基礎。在1992年時，三得利公司成立花卉部門，並於2002年正式成立Suntory Flowers的子公司。

1990年時，三得利和澳洲花卉品種改良生技公司Calgene Pacific Pty Ltd.合作，展開藍玫瑰的研發計畫。Calgene Pacific在1994年購入荷蘭Florigene B.V.的資產，並改名為Florigene。三得利為利用海外事業進行基改產品全球布局，於2003年買下Florigene公司98.5%的股權，Florigene正式成為三得利旗下以花卉產品為主

附圖 三得利公司基改花卉重要記事



的公司，並於1995年開發出基改藍色康乃馨 Moondust™、取得澳洲上市核准，以厄瓜多、哥倫比亞和澳洲為種植基地，利用出口切花方式回銷日本、行銷全球。三得利除了精準考量全球運籌之成本效益外，也避開日本政府對基改產品的敏感地帶，並在十多年的上市期間，充分證明其基改花卉的安全性，此模式為爾後基改藍玫瑰成為日本商業種植基改植物之首例，埋下成功的種子，也成為日本民間企業發展基因改造科技之重要參考圭臬。

三得利基改花卉研發歷程

三得利在1991年成功分離出矮牽牛藍色基因，1995年成功開發出藍色康乃馨，並於1997年上市。在藍玫瑰方面，在1996年取得三色堇藍色基因，在2004年發表藍玫瑰研發成果，並

於2009年上市（附圖）。

（一）矮牽牛藍色基因選殖

1990年5月，三得利公司決定展開藍玫瑰的研發計畫之初，研究人員並不了解研發時程會持續20年之久，而是預計以四年的時間完成這項研究。研究團隊一開始的研發重點著重於兩階段：(1)藍色基因的選殖；(2)玫瑰基因轉殖技術的開發。且在研究展開的隔年，三得利公司就已完成第一階段，從矮牽牛中分離出藍色基因，並取得其專利。

（二）藍色康乃馨的誕生

但在基因轉殖階段，研究人員才發現許多衍生的問題。利用基改生物技術改變花色，必須取玫瑰的葉片切片進行組織培養，再誘導使其產生創傷組織，並在這個階段轉入藍色基因，這個階段需要一年的時間完成。接下來，給予

創傷組織生長素及養分、誘導其分化為植物體、從創傷組織分化到開花的過程，則要花九個月的時間。當時研究團隊雖然把矮牽牛的藍色基因轉入玫瑰，並經分化使其開花，但卻發現，基因轉殖玫瑰無法成功呈現藍色，而且植株也無法測得藍色的飛燕草素(delphinidin)的合成，因此研究人員只好重新擬定策略。此時反倒是基因轉殖的康乃馨，意外地順利表達該基因而呈現藍色，故在1995年，成功完成基改藍色康乃馨技術的開發，而在1997年起，順利推出Moondust™、Moonshadow™等基改藍色康乃馨上市銷售。

（三）其他基因來源花卉的選擇

由於轉殖矮牽牛的基因無法使玫瑰成功合成飛燕草素，三得利自1994年開始改用其他藍色花卉作為藍色基因的來源，經測試多種花卉如龍膽和薰衣草後，最後在1996年確認三色堇為較佳藍色基因來源。

（四）親本品種選擇

1996年時，雖然研究人員已確定使用三色堇作為藍色基因來源，卻發現會因玫瑰自身品種的差異，而導致完全不同的基因表現結果。這時候研究人員從數百種玫瑰挑選40種品種，再逐步篩選適合的品種。最終篩選出的轉殖親本為京成玫瑰園藝的品種WKS82，這種品系呈淡紫色且具有香味，由於具有花瓣液胞酸鹼值較高的特性，有利於飛燕草素呈現藍色，而獲選為適合轉殖的親本。

（五）藍玫瑰的商業栽培

三得利在1998~1999年時已成功將藍色基因導入玫瑰親本，而在2002年作出飛燕草素含量約達100%的藍色玫瑰，接著持續研發量產技術，

而在2004年發表研發成果。當時日本已簽署生物安全議定書(Cartagena Protocol on Biosafety)，並制定「卡達赫納法」為國內基改生物最高法律。三得利基改藍玫瑰在研究開發階段，主管機關為環境省及文部科學省；在進口及栽培上市階段，由於康乃馨及玫瑰屬於園藝作物，主管機關為環境省及農林水產省。玫瑰為上市流通的切花品種，在卡達赫納法受到第一種使用樣態的規範（附注），需擬定「第一種使用規程」及撰寫「生物多樣性影響評價書」，以進行基改植物的生物多樣性影響評估，提出對野生物種及生態無害的證明。三得利公司經田間隔離試驗，最後在2008年取得農林水產省及環境省的許可，得以進行商業栽培及銷售。

基改藍玫瑰目前在日本可成功上市，除了受到消費者的認同外，對於其轉殖基因不會經由任何管道散布到自然界中而危害自然生態，也設下嚴謹的規範。

三得利基改花卉生產與銷售概況

（一）基改康乃馨

康乃馨需要充足的日照並保持枝葉完整，南美的哥倫比亞和厄瓜多等地為終年攝氏15~22度的溫暖氣候，極適合康乃馨的栽培，當地為赤道帶，在海拔2,200~2,500公尺且充足日照的高地，花色往往飽和且突出。1995年澳洲批准基因轉殖康乃馨的商業栽培，2000年哥倫比亞批准其商業栽培，但僅限於出口使用。1997年歐盟核准基改康乃馨進入其花卉批發市場；目前康乃馨切花在澳洲、哥倫比亞、厄瓜多生產，

再出口至美國、加拿大、日本、澳洲、杜拜及歐洲等地。至2005年為止，已在歐洲18國，北美洲2國，大洋洲2國，中東2國及非洲1國等25國銷售。而日本當地基改康乃馨銷售額，於2008年為8億日圓，年成長率為23%。

2001年之前，三得利曾在日本的佐賀、和歌山、北海道等地嘗試進行基改康乃馨的栽培，但發現氣候不適合生產品質安定的康乃馨，因此全部採用南美栽培，再出口到日本的形式。三得利在2004年取得基改康乃馨在日本國內栽培及流通的許可，在2005年藍色康乃馨Moondust™開始在日本全國銷售，乃以海外栽培、低溫空運送到日本成田機場的模式，當時運至日本市場的藍色康乃馨，約占海外生產總量的一成。而後直至2009年才開始銷售該國栽培生產的基改康乃馨。

（二）基改藍玫瑰

三得利公司基改藍玫瑰最初的生產定位為日本國內栽培國內銷售，2008年取得國內栽培許可之後即以契作方式生產，委託種植的農家戶數逐漸增加，預計在2010可有5萬朵、2011可有20萬朵之生產量。藍玫瑰起初僅在日本的八個縣中銷售，預計在2011年可達成全日本銷售的目標。

海外生產的部分，基改藍玫瑰已於2009年取得澳洲的基因科技管理署(Office of the Gene Technology Regulator, OGTR)核准其商業栽培與上市，美國及哥倫比亞則仍在田間試驗階段。

（三）專利保護措施

基改藍玫瑰目前在日本國內已受到一項專利的保護，其他相關發明仍在申請中。對於任何人以扦插、嫁接等方式繁殖，或擅自轉讓及進

出口的行為，皆有相關罰則。

努力不懈終致夢想成真

綜合以上所述，三得利的基改產品得以成功上市，並深獲消費者喜愛，其原因可分為安全因素及公司策略兩部分來探討，茲分述如下：

（一）安全因素

1. 消費者認同度高

日本社會對於基改生物技術始終存在一股反對風氣，該國基改相關研究甚少形成可產業化的商品成果，日本政府和民間也一直對基改生物的技術和產品，可能引起的危害存有疑慮，始終以謹慎的態度進行評估。然而日本消費者雖然反對基改生物做成的食品，對於基改花卉的認同度卻相當高，基改藍玫瑰並未如研究團隊所擔憂的引起反對聲浪。這可能是由於花卉為觀賞用途，並不涉及食品安全的問題，也可能是因為在日本，相對於其他科技皆發展成熟甚至領先全球之際，民眾也期待長期受壓抑的基改技術，可以在兼顧生態環境的情況下找到自己的舞台。

2. 無基因流布之虞

基改生物在進行生物多樣性影響評估時，必須確認轉殖基因不會經由任何管道散布到自然界中而危害自然生態。其管道可為花粉，種子或基因互換等方式。自然界中無論是康乃馨或玫瑰，都不易產生花粉，因此不易自然繁殖；但最幸運的是，基因轉殖的康乃馨及玫瑰為嵌合體，轉殖基因並不在花粉上出現，而僅限於表皮細胞。就算產生花粉，也不會將轉殖基因流布在自然界中，因此三得利的基改花卉得以順利通過生物多樣性影響評估，而在日本進行

商業栽培。

(二) 公司策略

1. 全球布局

三得利利用海外事業進行基改產品全球布局，1995年開發出基改藍色康乃馨Moondust™並通過澳洲上市核准後，以厄瓜多、哥倫比亞和澳洲為種植基地，並以出口切花方式回銷日本、行銷全球。除了精準考量全球運籌之成本效益外，也避免挑動日本政府對基改產品的敏感神經，並在十多年的上市期間，充分證明其基改花卉的安全性，此模式為基改藍玫瑰成為日本商業種植基改植物首例，奠定成功的基礎。

2. 企業結盟與合作

三得利在投入花卉事業以前，雖然已具有葡萄及麥的栽培改良經驗，但深知對於品種改良仍須仰賴相關專家，這時三得利選擇與對花卉育種十分擅長的京成玫瑰園藝合作，而後研發出上市20年仍深受歡迎的矮牽牛品種。之後三得利了解到藍玫瑰為傳統育種的瓶頸，決定改採基因工程的方式進行藍玫瑰的研發，這時又選擇與生物技術公司Calgene Pacific合作，合作一年後也順利分離出矮牽牛的藍色基因。在面臨新技術的導入時，透過業界合作關係，有助於大幅增加三得利的研發能量，購入Florigene的股份，也使其順利進入歐洲市場。

3. 成功掌握研究開發關鍵

研發技術的困難點是在於，當矮牽牛的藍色基因被證實無法改變玫瑰花色時，研究人員解析類黃酮合成路徑，正確找出相關酵素基因。這些機制的闡明為藍玫瑰研發成功的一項重要原因。

4. 行銷通路合乎消費者喜好

三得利為旗下的花卉產品分別打造不同的主題，如藍玫瑰為對於努力不懈而夢想成真人士的喝采，康乃馨為永遠的幸福，粉紅聖誕紅Princettia為公主的王冠，飄香藤Sun Parasol為夏日的活力。雖然不同花卉的花期不同，但三得利並不強調全年供貨，反而配合開花特性呈現溫帶國家應有的季節感。此外，三得利很早就利用宅配送花，又依節日設計禮盒花盆，十分符合送禮需求，故成功打開精品花卉市場。

5. 產品種類多元化

在1994年矮牽牛的藍色基因無法成功讓玫瑰轉為藍色時，三得利懂得使用康乃馨作為替代方案，並在1995年成功研發出藍色康乃馨，於1997年上市，同時玫瑰的研究也漸漸突破瓶頸。直到現在，不僅是切花，盆花，三得利甚至跨足到家庭菜園，肥料及環境綠化的園藝事業。不停推出新的產品線，在吸引消費者目光之外，公司內部的技術也可相互支援。

雖然藍玫瑰已經上市，且未來隨著公司策略會逐年增加商業栽培面積，但是藍玫瑰的技術研發並未因商品化的順利進行而結束。一位英國評論家指出，三得利藍玫瑰APPLAUSE™不過是「淡紫色(wishy-washy mauve)的玫瑰」，對此，三得利植物研究所所長田中博士表示：「那我們就讓玫瑰再更藍一點。」今後三得利對於藍玫瑰的策略布局，除了周邊商品的設計及市場持續擴張之外，第二代研發計畫也值得讓人期待。■

(作者分別為台灣經濟研究院生物科技產業研究中心副研究員、助理研究員)

■ 注釋

使用樣態依基因改造生物的使用方式不同而有兩種區分：第一種使用為一般田間栽培及作為食品原料流通等用途時，「無須防止擴散於環境」之使用；第二種使用是在實驗室研究應「以防止擴散於環境為目的而進行」時，必須避免基改生物擴散到使用設備以外的空氣、水或土壤中。

■ 參考文獻

1. GM基因改造科技資訊網，<http://gm.coa.gov.tw>。
2. 三得利公司，<http://www.suntory.co.jp>。
3. 科學人雜誌，<http://sa.ylib.com/>。
4. 農林水產省，<http://www.maff.go.jp>。
5. 農業生技產業資訊網，<http://agbio.coa.gov.tw>。
6. 資策會科技法律中心，2007，日本基因改造科技管理法制，談各國基因改造管理規範（第三冊）。
7. 環境省バイオセーフティクリアリングハウス (J-BCH)，<http://www.bch.biodic.go.jp>。
8. 完売続出！青いバラが「幻のバラ」に，Media jam，09/11/09。
9. サントリーフラワーズ「青いバラ」できると念じて咲いた花，Wedge，10/04/26。
10. After 150 years, finally a blue rose. Checkbiotech, 09/18/11.
11. Agbios, www.agbios.com.
12. Controversy in Colombia as GM crops get green light. SciDev, 16 January 2004.
13. Convention on Biological Diversity, <http://www.cbd.int/convention/parties/list/>.
14. Florigene Pty Ltd., <http://www.florigene.com/news/news.php>.
15. Jane Perrone, Why all the excitement about a 'blue' rose? The Guardian, 09/10/22.
16. Office of the Gene Technology Regulator, <http://www.ogtr.gov.au/>.
17. Katsumoto, Y., Fukuchi-Mizutani, M., Fukui Y., Brugliera F., Holton, T. A., Karan, M., Nakamura, N., Yonekura-Sakakibara, K., Togami, J., Pigeaire, A., Tao, G. Q., Nehra, N. S., Lu, C. Y., Dyson, B. K., Tsuda, S., Ashikari, T., Kusumi, T., Mason, J. G. and Tanaka, Y. Engineering of the Rose Flavonoid Biosynthetic Pathway Successfully Generated Blue-Hued Flowers Accumulating Delphinidin, Plant Cell Physiol., 48, 1589, 2007.